UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

CULTIVO DE MICROORGANISMOS EFICIENTES Y SU EFECTO EN LA ACELERACIÓN DE PRODUCCIÓN DE COMPOST

CURSO: EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Mgtr. Selma Concepción Quille Vargas

Asesor: *Msc. Rodolfo Rafael Sánchez Valencia*

Estudiantes: *Lidia Marleni Coaquera Zanga, Ericka Sheyla Mamani Pacho, Yamilet Medalyn Yucra Oquendo, Joshelin Shantal Alarcón Mamani, Reyna Luisa Colque Fernández y María Fernanda Anayhuaman Velásquez*

RESUMEN

Solo se utiliza una parte del total de residuos orgánicos que se genera, debido a que procesar solo los residuos de frutas y verduras tiene mayor facilidad en la descomposición. Quedando gran parte de los residuos orgánicos sin ser tratados y estos emiten olores desagradables, y en consecuencia existe proliferación de vectores y microorganismos patógenos, en vez de descomponerse, existe una putrefacción.El propósito del presente proyecto de investigación fue cultivar los microorganismos eficaces para la descomposición de los residuos sólidos orgánicos. Se tuvo como objetivo general Elaborar microorganismos eficientes (EM) naturales y aplicar en compost obtenido a partir de residuos sólidos orgánicos, en el vivero de la UNAM el cual tuvo un proceso de descomposición de la materia orgánica generados en los mercadillos de Pacocha, Ciudad Nueva, provincia Ilo.

Para el proceso se diseñó una pila de compostaje y la aplicación de EM con 4 aplicaciones y 2 repeticiones de microorganismos, el cual tuvo una cosecha de EM de 18 días. Los microorganismos eficaces influyeron drásticamente en el tiempo de descomposición de la materia orgánica y estiércol de ganado vacuno, finalmente se concluyó que los EM si son eficaces en la intervención de la descomposición de la materia orgánica, porque aceleraron el tiempo de descomposición, el tiempo habitual suele ser de 4 a 6 meses según las condiciones climáticas de cada lugar de ejecución, y en el presente proyecto tuvo una duración de 45 días, hasta la maduración. Los parámetros temperatura, pH y humedad se mantuvieron en el rango óptimo.

Palabras clave: *Microorganismos eficientes, residuos sólidos, compostaje.*

ABSTRACT

Only a part of the total organic waste generated is used, because processing only fruit and vegetable waste is more easily decomposed. A large part of the organic waste remains untreated and emits unpleasant odours, and as a consequence there is a proliferation of vectors and pathogenic microorganisms, instead of decomposing, there is putrefaction.The purpose of this research project was to cultivate effective microorganisms for the decomposition of organic solid waste. The general objective was to develop natural efficient microorganisms (EM) and apply them to compost obtained from organic solid waste in the UNAM nursery, which had a process of decomposition of the organic matter generated in the markets of Pacocha, Ciudad Nueva, in the province of Ilo.

A compost pile was designed for the process and the application of EM with 4 applications and 2 repetitions of microorganisms, which had an EM harvest of 18 days. The effective microorganisms had a drastic influence on the decomposition time of the organic matter and cattle manure, finally it was concluded that the EM are effective in the intervention of the decomposition of organic matter, because they accelerated the decomposition time, the usual time is 4 to 6 months depending on the climatic conditions of each place of execution, and in the present project had a duration of 45 days, until the maturation. The temperature, pH and humidity parameters were maintained in the optimum range.

Keywords: Efficient microorganisms, solid waste, composting.

VISIT…

LANZAROTE Caliente.com

INTRODUCCIÓN

Uno de los más grandes problemas ambientales en el país es la disposición de los residuos sólidos; Perú cuenta con 13 rellenos sanitarios para residuos sólidos domésticos y 2 relleno sanitario para residuos peligrosos. Sin embargo, cada día son generados grandes cantidades de residuos a nivel nacional; así como también en las empresas tanto privadas como del estado; que por normativa tienen que tratar y disponer sus residuos de forma adecuada. Ante esta problemática se han adecuado y creado técnicas que permiten la reutilización (reciclaje) de los residuos, dándole un valor agregado y disminuyendo el volumen dispuesto en los rellenos sanitarios.

El compost se presenta como una de estas soluciones técnicas para tratar los residuos orgánicos, permitiendo su reutilización como abono. Desde el punto de vista ambiental evita la extracción de tierra y a su vez alarga la vida útil de los rellenos sanitarios, así como el evitar la emisión de gases de efecto invernadero, y desde el punto de vista económico podría disminuir los costos en abono y en la disposición final. Por lo tanto, el compost podría contribuir con ciudades y empresas sustentables, reutilizando los residuos y fertilizando nuestras áreas verdes. Sin embargo, solo utilizan una parte del total de residuos orgánicos, pues se prefiere procesar solo los residuos de frutas y verduras debido a la rapidez de descomposición (aprox. 3 meses). Quedando gran parte de los residuos orgánicos sin ser tratados ya que emiten olores desagradables y propician la proliferación de vectores y microorganismos patógenos y en lugar de descomponerse, pasa por un proceso de putrefacción. (Figueroa & Cajahuanca, 2016).

Es así como el presente proyecto constituye una recopilación de experiencias y dar la validación e investigación del uso de los microorganismos eficientes en la provincia Ilo, donde se busca poder optimizar y reducir el tiempo de manejo de residuos sólidos, así mismo poder aumentar la producción del compost, detallando la efectividad de cada dosis bajo las condiciones controladas tanto para temperatura, pH, y humedad.

METODOLOGÍA

Localización:

El presente trabajo se realizó en el vivero de la Universidad Nacional de Moquegua, en la parte exterior del vivero, está ubicada en la provincia de Ilo, Región de Moquegua, que está a coordenada UTM 255706.53 m E y 8046955.34 m S.

Figura 1: Localización.



Fuente: (Google Earth Pro,2021)

Preparación de EM liquido:

Estos microorganismos no son nocivos, ni tóxicos, ni genéticamente modificados por el hombre; por el contrario, son naturales, benéficos y altamente eficientes.

Método de cultivo de EM:

Verter los 2 litros de melaza en el recipiente**.** También vertimos el litro de leche en el recipiente mezclándolo con la melaza de una forma homogénea hasta quedar completamente diluida. Colocamos el puñado de tierra fértil en el pequeño saco y lo mezclamos con la levadura para luego amarrar el saco de la mezcla con la cabuya, para evitar que salga la mezcla, luego lo colocamos en el recipiente. Utilizamos la varita de bambú para mover el saco y hacer que se humedezca en el recipiente, esto hará que los ME puedan activarse y reproducirse. Luego utilizamos el trapo (preferible tela de algodón) para poder tapar el recipiente con la finalidad de evitar el acceso de insectos. Procedemos a rotular el recipiente utilizando el marcador y la cinta masking tape especificando el día, mes y año de la elaboración, durante 15 días.

Activación de EM:

El EM 1 es un “concentrado” de microorganismos en estado latente que necesita ser activado para su uso en las distintas aplicaciones del EM. Un litro de EM 1 rinde 20 lts. de EM Activado.

Método de activación de EM:

Se calienta el agua a unos 35 - 40 ºC. Se pone la melaza en una olla y se la mezcla con una cantidad

más o menos similar del agua caliente para que se diluya fácilmente. Luego se calienta la mezcla de melaza y agua y se la mantener durante 20 minutos a una temperatura de 60º C o hasta que llegue a los 80º C, lo que suceda primero. Posteriormente se vierte en el recipiente, el agua caliente, la mezcla de melaza y agua y por último el EM1. Se cierra herméticamente y se mantener por 7 a 10 días a una temperatura entre 25 y 40 º C.

Recolección de materiales:

Se recolecto los materiales el día 8 de noviembre del 2021, la parte de materia orgánica en el mercado Pacocha, la parte de poda, hojarascas, estiércol de ave fue recogida de la planta de compostaje de la municipalidad de Ilo y una parte del estiércol de ovino fue del parque de pacocha.

Tabla 1: Cantidad de material recolectado.

MATERIAL	CANTIDAD(kg)	%
Poda	15	22%
Estiércol de gallinaza	20	30%
Estiércol de ovino	10	15%
Hojarasca	6	9%
Materia orgánica (vegetales)	15.9	24%
Total	**66.9**	**100%**

Fuente: propia

Construcción del terreno:

Primero se procedió con la preparación del terreno, las cuales se tomaron medidas de 2 metros de largo 1,20 de ancho, también se construyó una poza de lixiviados.

Formación de cama de compostaje:

Los residuos sólidos orgánicos (vegetales), se triturarán manualmente con la ayuda de un cuchillo y se depositaron en las pilas de compostaje, se formará las pilas con una altura de 50 cm., de largo 1,50m. y ancho 1 m. separados por caminos de 1 cm.

A continuación, se muestra un cuadro de la cantidad de material usado en la formación de cada capa.

Tabla 2: Cantidad de material usado para cada capa.

Nº DE CAPA	MATERIAL	CANTIDAD(kg)
1	Poda	5
	EM	
2	Hojarasca	3
	EM	
3	Materia Orgánica	7.5
	EM	
4	Estiércol	15
	EM	
5	Hojarasca	3
	EM	
6	Materia Orgánica	8.4
	EM	
7	Estiércol	15
	EM	
8	Poda	10

Fuente: Propia

Como se puede observar en la tabla Nº 2 se agregó entre cada capa Microorganismos eficaces naturales una cantidad pura de 350 ml en 7 litros de agua sin cloro.

Volteo y riego:

Los volteos tienen finalidad favorecer los metabolismos aerobios y procurar que el proceso se cumpla homogéneamente en toda la masa que contiene la pila de compost. El volteo se realizó de manera manual utilizando palas con frecuencia, durante 14 días garantizando la homogenización de la mezcla y se permite que todas las zonas tengan temperatura uniforme.

Los riegos fueron realizados con la finalidad de obtener una adecuada humedad en las pilas de compostaje. Se empleó una jarra de 1 litro, se riega constantemente con una cantidad de 2000 ml de EM activado, y 2000 ml de agua, esto cada 7 días para que la humedad se mantenga constante y favorezca la degradación de la materia orgánica.

RESULTADOS

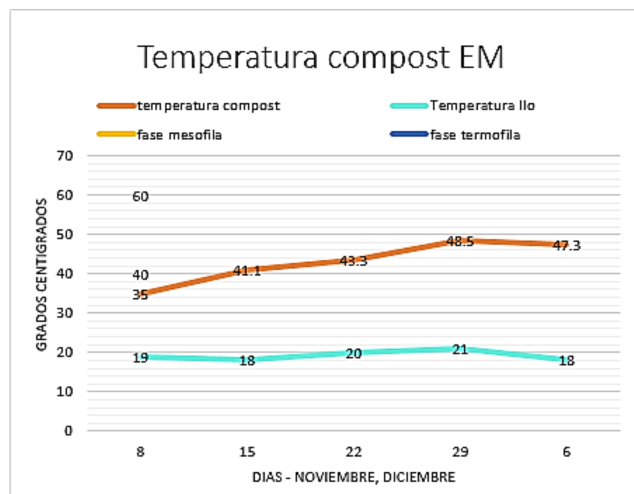
En la investigación se realizaron ocho repeticiones y la aplicación de 2litros de microorganismos para la descomposición de residuos orgánicos. La pila de compostaje tiene 66.9 Kg (Residuos orgánicos, estiércol, poda).

Temperatura:

El proceso inicio a temperatura ambiente, el cual mediante el armado de la pila, aplicando diferentes capas, tanto de poda, materia orgánica, aplicación de EM y estiércol, siguiendo esa secuencia, fue aumentando, llegando a un aproximado de 35°C, posterior a ellos la temperatura se fue incrementando siendo el óptimo alcanzo en el periodo de volteo a 48.5°C el día 29 de noviembre, con una temperatura

en Ilo de 21°C considerando que la temperatura de la ciudad influyo también en su rápida descomposición.

Grafico 1:Temperatura de Compost EM, Noviembre y Diciembre



Fuente: Propia.

Se registró cada dato tomado el mes de noviembre, el cual la pila se encuentra en el vivero de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental.

Así mismo se consideró los datos meteorológicos de la ciudad de Ilo, donde para el mes de noviembre esta se encontraba a temperatura ambiente.

Se observa la temperatura a 41.3°C, los datos fueron recogidos el día de su control semanal, el 15 de noviembre del presente año, encontrándose la ciudad de Ilo a una temperatura de 18°C.

Temperatura tomada para el día 22 de noviembre del presente año (2021), el cual se elevó a 43.3°C, con temperatura de Ilo a 20°C.

La temperatura optima alcanzada fue el día 29 de noviembre, la temperatura de Ilo se encontraba elevada, generando calor dentro de la pila, el cual alcanzo los 48.5°C, determinando que ya había pasado la fase mesófila de compost, puesto que esa fase comprende de 30°C a 40°C.

Potencial de Hidrogeno (PH):

pH para pila compost:

Para determinar el pH de la pila de compost de llevo una muestra al laboratorio químico, el cual se extrajo una pequeña cantidad de 10.7575 gramos, donde se le aplico 300ml de agua destilada, a mezcla lenta de ambos componentes por aproximadamente 5minutos manualmente, una vez obtenida una pasta homogénea, se obtuvo un resultado de 8.44 pH, siendo según la escala de pH, alcalino.

A ello considerando el tiempo de espera con dicha muestra en el laboratorio, pues se sabe que la muestra tiene que llegar caliente y rápido para determinar su verdadero valor.

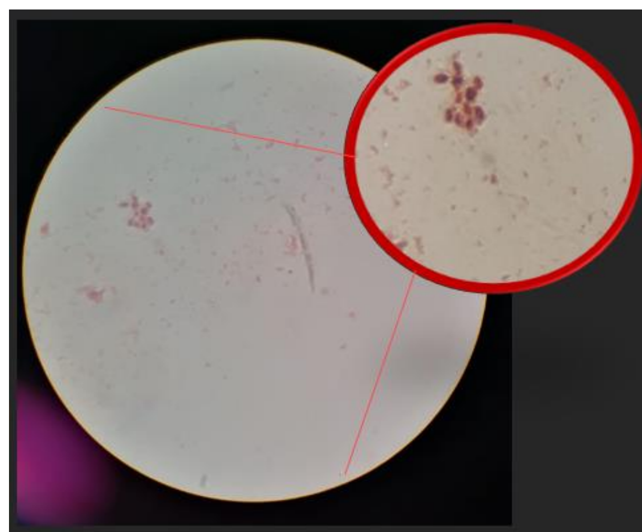
Según la normativa chilena el pH óptimo para obtener un compostaje de calidad oscila entre los 5.0-7.5, en fase madura.

pH para Microorganismos Eficientes puros:

La obtención de los microorganismos llevó 18 días aproximadamente, se determinó su existencia al ser llevado al laboratorio básico de la Escuela Profesional de Ingeniería ambiental, estos microorganismos *Aspergillus sp., Lactobacillus sp*, son conocidos por vivir en medios ácidos.

Así mismo se pudo conocer la morfología de los microorganismos, es decir la forma que tenían así poder identificar los tipos de bacterias que estarían propias de la composición de su preparación.

Figura 2: morfología de los microorganismos eficientes



Fuente: propia.

Donde según lo observado, se identifican los cocos de forma ovalada, los bacilos en forma de bastón, y los *streptococcus* en forma de cadena unido, esto es debido a la bacteria *lactobacillus,* siendo en su mayoría de gran positivo por el color rojo, purpura que tomaron y en pequeña cantidad de todo azul.

pH para Microorganismos Eficientes Activados:

Pasado el periodo de la aplicación de los EM puros, se procedió a activarlos para poder añadir a la pida en dosis medidas de 2 litros, así mismo después del proceso de activarlas se llevó una pequeña muestra al laboratorio para verificar si se encontraban dentro del rango de 3.8 que determina su existencia. Así mismo el EM Activado se conserva en un lugar fresco y oscuro a temperatura ambiente y debe utilizarse

antes de los 60 días de activado de lo contrario pierde su efectividad.
Los resultados de laboratorio, determina que el pH de los EM es de 3.29 (pH ácido) el cual estaría dentro del rango, y se encontró a una temperatura de 25.1°C.

El producto final de los microorganismos activados presenta un olor agridulce y su pH acido, es conveniente abrir el recipiente a los 4 o 5 días para que escapen los gases producidos por la fermentación.

Conductividad:
Este parámetro de midió para determinar la actividad de la solución, concentración de sales y en menor grado por la presencia de iones amonio o nitrato formados durante el proceso. Por el cual se obtuvo 9 µS/cm, el cual representa que abría sales solubles presentes en el compost.

Estado actual:
Actualmente la pila de compost muestra mayor capacidad de hidratación y presenta un color marrón oscuro, semejante al del suelo mojado.

DISCUSIONES

Con respecto al Objetivo General: Elaborar EM y aplicar, en compost obtenido a partir de residuos sólidos orgánicos, en el vivero de la UNAM. Los EM son eficaces en la intervención de la descomposición de la materia orgánica, porque aceleraron el tiempo de descomposición y los parámetros físicos de degradación, el tiempo habitual suele ser de 4 a 6 meses según las condiciones climáticas de cada lugar de ejecución, y en el presente proyecto tuvo una duración de 30 días aproximadamente, con resultados favorables y encontrándose en una buena fase. Como aporte de los microorganismos es beneficioso, para acelerar la transformación de desechos orgánicos en compost, se alcanzaron los mejores resultados, al reducirse el tiempo a la cosecha y obtener compost de mejor calidad. En el presente trabajo de investigación y el antecedente citado, se llegó al resultado esperado de reducir el tiempo de producción de compost mediante la aplicación de los microrganismos eficientes.
Con respecto al Objetivo Especifico 1: Comparar el tiempo de obtención de Compost a partir de EM naturales y desechos orgánicos. El tiempo de llegar a cada fase fue mucho menos en comparación a otras pilas de compost sin microorganismos, siendo el tiempo óptimo de maduración para la pila de Microorganismos Eficientes de 45 días.
Con respecto al objetivo Especifico 2: Evaluar las propiedades físicas, químicas y microbiológicas de la aplicación de EM naturales. Entre sus propiedades los EM tienen que restablecen el equilibrio microbiológico del suelo, mejoran sus condiciones fisicoquímicas, incrementan la producción de los cultivos y su protección, además conservan los recursos naturales, generan una agricultura y medio ambiente más sostenible.
Con respecto al objetivo Especifico 3: Determinar la influencia del estiércol y EM naturales en la calidad de compost. La influencia que aplico ambas fue grandes, puesto que se obtuvieron rápido resultados, mejor producto, y eco amigable con el ambiente.

CONCLUSIONES

El diseño empleado en el proceso del compostaje fue estratégico para la obtención de compost en menos días a comparación del sistema convencional usado. El compost obtenido en la investigación ayudó en el impacto social y ambiental, pues genera menos costes. La técnica de compostaje con microorganismos eficientes es una forma sencilla y barata de resolver el problema del 100% de los residuos orgánicos en los diferentes proyectos que incluyen campamentos o de las municipalidades, y además se puede obtener un producto que pueda dar beneficio a los que necesitan un suelo sano y fértil puesto que contienen gran cantidad de nutrientes, es de olor agradable, y se genera una economía circular el cual estos microorganismos se alimentan de los componentes orgánicos.

BIBLIOGRAFÍA

Anuario de Estadísticas Ambientales. (2014). *Residuos Sólidos.* Recuperado el 15 de Octubre de 2021, de https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1197/cap05.pdf

Banco Interamericano de Desarrollo. (2009). *Manual Práctco de Uso de EM.* Japon: Banco Interamericano de Desarrollo como Administrador. Recuperado el 12 de 3 de 2021, de https://www.emuruguay.org/images/Manual_Practico_Uso_EM_OISCA_BID.pdf

Castillo Huaman, L. C. (2020). *Evaluación de la calidad del compost obtenido a partir de residuos orgánicos y microorganismos eficaces (EM) en el distrito de*

Huayucachi, Huancayo, 2019. tesis, Universidad Continental, Huancayo. Recuperado el 6 de Diciembre de 2021, de https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/8245/3/IV_FIN_107_TE_Castillo_Huaman_2020.pdf

Garcia Perez, F. J. (2018). *Calidad Y Tiempo De Obtención Del Compost Aplicando Microorganismos Eficientes En La Universidad Cesar Vallejo, Filial-Chiclayo.* Tesis, Chiclayo. Recuperado el 3 de Diciembre de 2021, de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/31497/Garica_PFJ.pdf?sequence=1&isAllowed=y

García Pérez, F. J. (2018). *Calidad y Tiempo de Obtención del Compost Aplicando Microorganismos Eficientes en la Universidad Cesar Vallejo, Filial-Chiclayo.* Chiclayo. Recuperado el 8 de Diciembre de 2021, de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/31497/Garica_PFJ.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Liberato Soto, N. E. (2020). *Microorganismos eficientes y su efecto en el tratamiento de lixiviados generados en el proceso de compostaje en el centro ecoturístico de protección ambiental "Santa Cruz" - CEPASC, Concepción, 2019.* Huancayo: Universidad continental. Recuperado el 6 de Diciembre de 2021, de https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/8572/4/IV_FIN_107_TE_Liberato_Soto_2020.pdf

Machaca Mamani, J. A., Lozano Cervera, J. L., Riquelme Ibañez, R. M., & Chaparro Montoya, E. E. (2017). *Influencia del uso de microorganismos eficientes en el tiempo de elaboración del compost a partir de residuos sólidos orgánicos en Tacna, 2016.* Tesis, Tacna. Recuperado el 3 de Diciembre de 2021, de http://repositorio.unjbg.edu.pe/bitstream/handle/UNJBG/1519/proin_025_2016.pdf?sequence=1

Melendrez Moreto, N. A., & Sánchez Delgado, J. (2019). "Compostaje de residuos sólidos orgánicos utilizando microorganismos eficientes en el distrito de Cocatachi". *Scielo*. Recuperado el 8 de Diciembre de 2021

Melendrez Moreto, N. A., & Sánchez Delgado, J. (2019). *Compostaje de residuos sólidos orgánicos utilizando microorganismos eficientes en el distrito de Cacatachi.* Universidad Peruana Union, Tarapoto, Tarapoto. Recuperado el 1 de Diciembre de 2021, de https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12840/1777/Areli_Tesis_Licenciatura_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Norma Chilena. (2003). *Compost - Clasificacion y Requisitos.* Chile. Recuperado el 2 de Diciembre de 2021, de http://www.ingeachile.cl/descargas/normativa/agricola/NCH2880.pdf